

Le modèle thermodynamique de type $Rh=ct$ devient falsifiable !

Par Stéphane Wojnow*

Le 21 mars 2025

Révisé le 2 mai 2025

*Chercheur indépendant, 7 avenue Georges Dumas, Limoges. wojnow.stephane@gmail.com

Introduction.

Les équations utilisées par les cosmologistes, c'est à dire les scientifiques qui étudient le début et l'évolution de l'univers, sont pour beaucoup source de désarroi. En effet, ces équations sont d'une telle complexité qu'elles nécessitent de longues études pour les comprendre et en découragent plus d'un. Ce court article a pour but d'expliquer une nouvelle approche de la cosmologie qui est à la fois mathématiquement simple et bien plus économique. Je ne cherche pas à vous dire qu'il faut être dilettante à l'école, bien au contraire. Les spécialistes relèveront très vite les limites de cette approche. Il s'agit notamment de son incapacité actuelle à corroborer toutes les observations réalisées aujourd'hui. C'est là que poursuivre des études poussées vous seront utiles pour améliorer cette approche si le sujet vous passionne.

Ce court article est aussi à la destination de la communauté des cosmologistes. Il a aussi pour objectif de faire populariser le modèle cosmologique thermodynamique linéaire auprès des scientifiques. Pour ce faire, je propose une méthode pour falsifier ce modèle, c'est-à-dire apporter la preuve que la théorie est fausse.

J'utilise les unités du Système International d'Unités (S.I.). Par exemple, le kilogramme, le mètre, la seconde et le Kelvin (l'unité scientifique de mesure de la température) sont toutes des unités que j'ai utilisées. Pas de panique :

0 Kelvin (K) correspond simplement à $-273,15^{\circ}$ Celsius.

Ensuite, 1 K correspond à $(273,15+1)^{\circ}\text{C} = -272,15^{\circ}\text{C}$, et ainsi de suite.

Une simple addition permet de convertir les Kelvins en degrés Celsius.

Vous vous demandez peut-être pourquoi j'utilise les unités S.I. L'astuce, c'est qu'elles aident à trouver des liens inattendus entre des lois physiques comme nous le verrons dans d'autres articles. Pour cet article, vous aurez besoin de faire des calculs de racines carrées avec une simple calculatrice et de savoir faire des élévations au carré. Tout le reste du raisonnement mathématique est facilement abordable : essentiellement, faire changer une variable de l'autre côté de l'égalité et simplifier une fraction, rien de très compliqué. Même si cela vous pose un problème, vous pourrez vérifier les égalités avec un simple tableur si vous en maîtrisez l'utilisation.

Ce modèle thermodynamique de type $Rh=ct$ a pour caractéristiques d'être :

Linéaire, c.a.d. dont le rayon visible depuis la Terre R , la vitesse de la lumière c multipliée par son âge t . $Rh = c t$

Thermodynamique, autrement dit qui obéit aux lois physiques de ce domaine. Ne vous inquiétez pas vous aurez seulement besoin de savoir lire des équations simples si vous n'êtes pas un spécialiste.

Quantifié c.a.d. qui utilise les unités de Planck, unités de l'infiniment petit en physique, pour décrire l'univers sans recours à la relativité générale à l'exception de $E=mc^2$. En outre il définit une quantité spécifique sans dimensions d'unité de Planck pour refléter son évolution.

Vous vous sentez armés pour découvrir en quoi tout ceci consiste ? Vous avez envie d'en savoir plus ? Une lecture passionnante vous attend...

Un modèle d'univers linéaire thermodynamique quantifié.

Examinons ces trois caractéristiques. Elles sont intimement liées comme nous allons le voir.

A. Un modèle linéaire.

Examinons de plus près la relation entre R et t qui est typique de ce modèle et expliquons-la :

R est le rayon de notre univers, c'est-à-dire celui que nous pouvons voir depuis la Terre, c est la vitesse de la lumière dans le vide et t est l'âge de l'univers dans cette relation. Comme c est une constante, la représentation de R en fonction de t est une ligne droite. C'est pourquoi elle est dite « linéaire ».

En cosmologie on peut proposer de déterminer t simplement comme l'inverse du paramètre de Hubble notée H . H est la mesure de l'expansion de notre univers autrement dit la mesure de l'étirement des distances entre tous les points de notre univers au fur et à mesure qu'il vieillit. L'image la plus couramment utilisée pour représenter cet étirement entre les points est celle de la distance entre les raisins d'un gâteau qui gonfle à la cuisson, éloignant tous les raisins les uns des autres en même temps. Les cosmologistes utilisent souvent les *Km/s/Mégaparsecs* (le Mégaparsec étant une unité de longueur spécifique à la cosmologie) comme unité du paramètre de Hubble H pour avoir des valeurs à deux chiffres significatifs et deux décimales. Cependant, l'unité simplifiée de H est $1/\text{secondes}=1s^{-1}$. Les cosmologistes évitent ainsi les $10^{-18}s^{-1}$ de la valeur de H lorsqu'elle est exprimée en $1/s$ mais ils utilisent aussi cette simplification. Ils utilisent de préférence les *Km/s/Mégaparsecs* par commodité et signifier que pour une longueur d'environ 3,26 millions d'année lumière, l'espace

entre tous les points de notre univers grandit de telle valeur en kilomètres (à peu près 70 Km aujourd'hui) toutes les secondes.

Dans la cosmologie linéaire, on utilise surtout le temps, dit temps de Hubble, $t_H = 1/H$, et on utilise les secondes comme unité pour t_H . En conséquence on admet dans ce type de modèle que notre univers est âgé d'environ 10^{17} s aujourd'hui. On sera plus précis par la suite rassurez-vous. Notez ici que ce n'est pas en contradiction avec la dénomination « Univers éternel » que nous aborderons sans doute dans un autre article. En effet, ce qualificatif s'applique à l'Univers qui inclue une infinité de multivers, pas uniquement le nôtre.

Enfin, avec t_H , on obtient directement le rayon $Rh = c t_H$ de la sphère de Hubble. La sphère de Hubble est la surface qui constitue la limite indépasseable du champ d'observation notre univers. Notre univers dans cet article est noté avec un 'u' minuscule pour le distinguer de l'Univers éternel infini mentionné ci-dessus.

B. Un modèle thermodynamique.

La thermodynamique est la branche de la physique qui traite de la façon dont la température affecte les propriétés physiques des corps, comment la chaleur est échangée et comment l'énergie est transformée en différentes formes. Ici nous allons nous intéresser au lien entre la température de notre univers et le paramètre H autrement dit t_H puisque $t_H = 1/H$.

Il s'agit d'une relation proposée par E.T Tatum et al^[1] et démontrée par E. Haug^{[2][3]} :

$$T_{cmb} = T_{H_0} = \frac{\hbar c^3}{k_b 8\pi G \sqrt{M_{H_0} m_p}} = \frac{T_p}{8\pi} \sqrt{\frac{2l_p}{R_{H_0}}} \quad (1)$$

$$T_{H_0} = \frac{T_p}{8\pi} \sqrt{\frac{2l_p}{R_{H_0}}} = \frac{T_p}{8\pi} \sqrt{\frac{2t_p}{t_{H_0}}} = \frac{T_p}{8\pi} \sqrt{2t_p H_0} \quad (2)$$

La température du fonds diffus cosmologique T_{cmb} est ici associée à la température de la surface de la sphère de Hubble T_{H_0} , limite de notre univers. En fait la température du fonds diffus cosmologique est habituellement comprise comme la température de fond qui est partout la même dans notre univers. La notation T_{cmb} est associée à la température de la surface de la sphère de Hubble T_{H_0} pour lier la température du fonds diffus cosmologique au paramètre H_0 . En effet la notation T_{cmb} ne caractérise pas assez le lien avec le paramètre H_0 . Utiliser la notation $T_{H_0} = 2.72458 K^{[4]}$ aujourd'hui sert à dater la température du cmb.

Retenons simplement pour l'instant :

$$T_{H_0} = \frac{T_p}{8\pi} \sqrt{\frac{2t_p}{t_{H_0}}} = \frac{T_p}{8\pi} \sqrt{2t_p H_0} \quad (3)$$

Dans cette relation T_p est la température de Planck et t_p le temps de Planck. k_b est la constante de Boltzmann.

$$T_p = \frac{m_p c^2}{k_b} = 1,416\,784 \times 10^{32} \text{ K et } t_p = \frac{l_p}{c} = 5,391246 \times 10^{-44} \text{ s.}$$

De l'égalité 3 on déduit :

$$H_0 = \frac{1}{t_{H_0}} = \frac{32\pi^2 T_{H_0}^2}{t_p T_p^2} \quad (4)$$

Et

$$t_{H_0} = \frac{1}{H_0} = \frac{t_p T_p^2}{32\pi^2 T_{H_0}^2} \quad (5)$$

La démonstration par E. Haug du lien entre des températures et des valeurs cosmologiques justifie le qualificatif « thermodynamique » de ce modèle cosmologique. En effet la température du cmb (T_{H_0}) affecte directement le paramètre H_0 et le temps de Hubble t_{H_0} .

On va maintenant essayer d'être plus précis et utiliser la valeur $T_{H_0} = 2.72458 \text{ K}$ [4] pour calculer t_{H_0} en secondes :

$$t_{H_0} = \frac{5.391246 \times 10^{-44} (1.416784 \times 10^{32})^2}{32\pi^2 2.72458^2} = 4.612\,758\,455 \times 10^{17} \text{ s} \quad (6)$$

Il est possible, même recommandé, d'être encore plus précis et plus rapide pour les calculs avec un tableur et en utilisant les formules des unités de Planck. En effet toutes les valeurs que nous avons rencontrées se calculent avec quatre constantes de la physique : c vitesse de la lumière dans le vide, G constante de gravitation, $\hbar$ constante de Planck réduite et k_b constante de Boltzmann.

$$m_p, \text{ masse de Planck} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \quad c = 299\,792\,458 \text{ m/s } (m \text{ s}^{-1})$$

$$t_p, \text{ temps de Planck} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \quad \hbar = \frac{6.626\,070\,15 \times 10^{-34}}{2\pi} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$T_p, \text{ température de Planck} = \frac{m_p c^2}{k_b} \quad G = 6,6743 \times 10^{-10} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$$

$$k_b, \text{ constante de Boltzmann} : \quad k_b = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

Finalement, pour $T_{H_0} = 2.72458 \text{ K}$ [4] on obtient précisément :

$$t_{H_0} = 4,612\,759\,895 \dots \times 10^{17} \text{ s} \quad (7)$$

Je recommande d'utiliser un tableur avec les constantes et $T_{H_0} = T_{cmb}$ comme variable d'entrée pour déterminer t_{H_0} si vous n'êtes pas à l'aise avec la manipulation des formules mathématiques ou si vous souhaitez vérifier la cohérence de ce modèle.

C. Un modèle quantifié.

On a déjà vu apparaître dans la section précédente des unités de Planck caractéristiques de la quantification. On va simplement ajouter ici le nombre n_{H_0} sans dimension pour accentuer ce caractère, défini par la relation suivante :

$$n_{H_0} = \frac{t_{H_0}}{t_p} \quad (8)$$

Ce nombre n_{H_0} , pour être significatif doit être calculé avec la plus grande précision possible. C'est pour cette raison qu'il doit être utilisé dans le cadre d'une feuille de calcul informatique. On utilisera ce nombre n_{H_0} dans un autre article.

Que devient le modèle Λ CDM qui fait consensus ?

Le modèle Λ CDM, Λ symbolisant l'énergie noire qui rends compte de l'accélération de l'expansion de l'univers découverte à la fin du XXème siècle et « CDM » pour Cold Dark matter, matière noire froide en français reste bien entendu valable. Le modèle Λ CDM nous dit qu'il y a aujourd'hui environ 68% d'énergie noire, 27% de matière noire qui reste pour l'heure indétectable et 5% de matière baryonique c'est-à-dire de matière semblable à celle que nous rencontrons sur Terre. C'est pour cette raison que la matière baryonique est aussi appelée matière ordinaire.

Certains auteurs tenants des modèles $R_H = ct$ contestent le modèle Λ CDM et prétendent même que les modèles $R_H = ct$ remplaceront rapidement le modèle Λ CDM. Je ne suis pas de cet avis. En effet, dans les modèles $R_H = ct$, l'accélération de l'expansion de l'univers est incluse sans distinguo dans le paramètre de Hubble H . En conséquence, les modèles $R_H = ct$ ne suffisent pas à eux seuls à décrire les composantes de notre univers. En tout cas, pour l'instant. On retiendra que ce modèle d'univers thermodynamique $R_H = ct$ décrit l'univers d'une manière différente par rapport au modèle Λ CDM. Ces deux modèles sont complémentaires et non pas exclusifs l'un par rapport à l'autre. : Voir la ligne dark energy + matter de la Fig.I dans les résultats de DESI 2025, qui correspond à la cosmologie $R_H=ct$. [6].

Comment participer à la falsification du modèle thermodynamique $R_H=ct$?

Ce paragraphe est plus complexe. La preuve qui est demandée ici est une question qui s'adresse aux spécialistes et vous allez vite comprendre pourquoi...

La démonstration du lien entre la température T_H et le temps de Hubble t_H démontrée par Espen Haug reste du domaine de la théorie. Il est indispensable de relier ce lien théorique à des observations concrètes. Je propose à la communauté scientifique de le vérifier : Geraint F. Lewis, Luke A. Barnes et Rajesh Kaushik ont invalidé le modèle $R_H=ct$ de Melia F.[5] en prouvant que le résultat théorique de son

Le modèle thermodynamique de type $R_H=ct$ devient falsifiable ! Stéphane Wojnow, Mai 2025. [CC BY 4.0](#).

modèle ne correspondait pas à une des observations prévue par la théorie du big bang. Mais le modèle de Melia F. se trompe sur la relation entre T_{H_0} et H_0 . En utilisant la démonstration de E. Haug, avec $Rh=ct$, on retrouve, d'après les trois intelligences artificielles que j'ai testées, l'abondance théorique des éléments légers présents dans notre univers. Le pourcentage de ces éléments sont issus de la nucléosynthèse primordiale théorique dans le modèle Λ CDM. En effet, selon le modèle cosmologique standard (Λ CDM), c'est l'une des validations considérée comme très importante du Big bang. La théorie du Big Bang prédit correctement cette correspondance entre la partie théorique et les quantités observées.

L'abondance des éléments légers issus de la nucléosynthèse primordiale fait référence aux quantités relatives d'éléments légers (comme l'hydrogène, l'hélium, et le lithium) formés dans les premières minutes qui ont suivi le Big Bang, environ entre 1 seconde et 20 minutes après l'événement. C'est une des validations importantes du modèle du Big bang.

Les principaux éléments légers créés durant ces quelques minutes sont :

Hydrogène (^1H) — environ 75% de la masse baryonique (surtout sous forme de protons).

Hélium-4 (^4He) — environ 25% de la masse baryonique. C'est le deuxième élément le plus abondant, formé par la fusion de protons et de neutrons.

Deutérium (^2H) — une petite quantité (environ 0,0025%). C'est une forme d'hydrogène contenant un proton et un neutron.

Hélium-3 (^3He) — encore plus rare, environ 0,00004%.

Lithium-7 (^7Li) — produit en très faible quantité, autour de 0,0000001%.

Selon Chat GPT, Gemini et Mistral Le Chat, avec les deux égalités principales, $R_H = c t_H = c/H$ et l'égalité.4 ($H_0 = \frac{1}{t_{H_0}} = \frac{32\pi^2 T_{H_0}^2}{t_p T_p^2}$), on aurait exactement les mêmes pourcentages d'abondance des éléments légers théorique et observée. Ce serait une validation importante du modèle thermodynamique $Rh=ct$. Mais cette preuve ne peut pas provenir d'une intelligence artificielle même si elles sont au nombre de trois. Elle doit être vérifiée par des cosmologistes spécialisés. En effet, les trois calculs concordants des trois intelligences artificielles peuvent venir d'un biais sur la façon dont elles ont été questionnées. La vérification par les scientifiques entre la démonstration théorique d'E. Haug et la quantité des éléments légers présents dans notre univers constituerait une preuve falsifiable du modèle. Autrement dit on pourrait affirmer directement que cette démonstration ne correspond pas aux observations et donc qu'elle est fausse comme dans le cas du modèle $Rh=ct$ de Melia F^[5]. Dans le cas contraire, ce modèle pourrait constituer les bases d'une nouvelle approche de la cosmologie compatible avec le modèle cosmologique standard.

Laissons les spécialistes s'intéresser à ce problème et attendons leur verdict. Le modèle thermodynamique de type $Rh=ct$ devient falsifiable ! Stéphane Wojnow, Mai 2025. [CC BY 4.0](#).

Bibliographie :

1. T. Tatum, U. V. S. Seshavatharam, and S. Lakshminarayana. The basics of flat space cosmology. *International Journal of Astronomy and Astrophysics*, 5:16, 2015. URL <http://dx.doi.org/10.4236/ijaa.2015.52015>.
2. Haug, E.G. CMB, Hawking, Planck, and Hubble Scale Relations Consistent with Recent Quantization of General Relativity Theory. *Int J Theor Phys* 63, 57 (2024). URL <https://doi.org/10.1007/s10773-024-05570-6>
3. Espen Gaarder Norwegian University of Life Sciences Haug, Stéphane Wojnow. How to predict the temperature of the CMB directly using the Hubble parameter and the Planck scale using the Stefan-Boltzman law. 2023. (hal-04269991) <https://hal.science/hal-04269991>
4. D. J. Fixsen 2009 *ApJ* 707 916. URL <https://doi.org/10.1088/0004-637X/707/2/916>
5. Primordial nucleosynthesis in the $R_h = ct$ cosmology: pouring cold water on the simmering Universe. Geraint F. Lewis, Luke A. Barnes, Rajesh Kaushik. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 460, Issue 1, 21 July 2016, Pages 291–296*. URL <https://doi.org/10.1093/mnras/stw1003>
6. DESI DR2 Results II: Measurements of Baryon Acoustic Oscillations and Cosmological Constraints. DESI Collaboration, URL <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.14738>